



Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Einschleusen von Feststoffen und/oder Fluiden in Fluid-Feststoff-Kontaktapparate, bei denen das Fluid in einem geschlossenen Kreislauf gefördert wird.

In der Technik gibt es viele Kontaktprozesse zwischen Feststoffen und Fluiden (Gase oder Flüssigkeiten), bei denen das Fluid zusätzlich zu dem eigentlichen Fluid-Durchsatzstrom im Kreislauf umgewälzt wird. Der Zweck einer solchen internen Umwälzung kann darin bestehen, ohne Erhöhung des gesamten Fluid-Durchsatzes die interne Fluid-Geschwindigkeit zu erhöhen, oder beispielsweise darin, durch diese Umwälzung den Fluid-Durchsatz entsprechend dem Verhältnis von Umwälzstrom zu Durchsatzstrom mehrfach zu nutzen.

Anwendungen dieses Prinzips findet man beispielsweise in Trocknungs- oder Lackier-Verfahren, aber auch bei chemischen Reaktoren wie auch bei Stoffaustausch-Prozessen (Extraktion, Trocknung) und Wärmeaustausch-Vorgängen mit Erhitzen oder Kühlen des Feststoffs bzw. des Fluids.

Für die Erzeugung eines Fluid-Umwälzstromes mußte bisher immer ein Förderorgan, d.h. eine Pumpe oder ein Gebläse, eingesetzt werden, um das Fluid gegen den immer zwischen Apparateintritt und -austritt bestehenden Druckunterschied von der Austrittsstelle des Apparates zu dessen Eintrittsstelle zurückzuführen. An dieser Eintrittsstelle muß meist zusätzlich zu der Fluid-Umwälzung dem Apparat Feststoff und/oder Fluid zur Bildung des eigentlichen Durchsatzes zugeführt werden. Diese Zufuhr verursacht keine besonderen Probleme, wenn dabei das Entweichen von Fluid entgegen der Feststoffzufuhr unerheblich ist, oder wenn der Feststoff durch das gleiche Förderorgan eingetragen werden kann, welches auch den Kreislauf erzeugt. In vielen Fällen kann auch der Feststoff durch Schleusen schubweise oder stetig zugeführt werden, beispielsweise mit Zellenradschleusen. Dabei haben diese Schleusen die Funktion, das unkontrollierte Entweichen von Fluid durch den Feststoff-Zufuhrkanal zu verhindern.

Schwierig und in vielen Fällen undurchführbar wird ein solches Umwälzverfahren, wenn einerseits Fluid-Emissionen durch den Feststoff-Zufuhrkanal verhindert werden sollen und andererseits die Förderung des Feststoffes weder durch Förderorgane noch durch stetig arbeitende Schleusen möglich ist, z.B. wenn der Feststoff gegen mechanische Beanspruchungen zu empfindlich ist oder wenn er wegen seiner Form nicht mit stetig arbeitenden Förderorganen bearbeitet werden kann. In solchen Fällen muß man im allgemeinen auf eine absatzweise oder periodische Prozeßführung übergehen.

Aus der DE-OS 26 48 048 ist ein Verfahren zum kontinuierlichen Einschleusen von feinkörnigen bis staubförmigen Feststoffen in einen unter erhöhtem Druck stehenden Reaktionsraum bekannt. Als Fördermedium (Fluid) für die Feststoffe wird tiefgekühltes Kohlendioxid verwendet, das mit dem vorgekühlten Feststoff vermischt wird. Das Feststoff-Fluid-Gemisch wird auf den erforderlichen Einschleusedruck verdichtet. Das in Form von Kohensäureschnee vorliegende tiefgekühlte Kohlendioxid wird am Schluß aus dem Gemisch abgetrennt und im Kreislauf zur erneuten Verwendung zurückgeführt. Die Abtrennung vom Feststoff erfolgt in einem Zyklon oder Filter, dem das Gemisch unter Druck zugeführt wird. Dieses bekannte Verfahren ist auf feinkörnige bis staubförmige Feststoffe beschränkt,

wobei das Gemisch vor dem Einschleusen verdichtet werden muß. Für grobere oder empfindliche Feststoffe läßt sich mit diesem bekannten Verfahren eine kontinuierliche Förderung nicht erreichen.

Aus Patents Abstracts of Japan C-507, 24. Juni 1988, Vol. 12, Nr. 223, ist ein Verfahren zum Zuführen von feinkörnigem Feststoff bekannt, der unter Druck einem Misch-Ejektor zugeführt wird. Dort wird er mit Luft vermischt, die über ein Gebläse zugeführt wird. Der Feststoff wird in dem Fluid fein und in sogenanntem aerosolartigem Zustand einem Lagertank zugeführt und über eine Leitung im Kreislauf geführt. Der Feststoff — in aerosolartigem Zustand — wird anschließend vom Lagertank über eine Leitung und durch eine Düse in einen Ofen eingesprüht. Auch dieses Verfahren ist nur zur Verarbeitung von feinkörnigem Feststoff geeignet, der außerdem unter Druck zugeführt werden muß. Eine kontinuierliche Verarbeitung von gröberen oder empfindlichen Feststoffen ist mit diesem Verfahren ebenfalls nicht möglich.

Gemäß "cav" 1985, Februar, Seite 56 und 80, werden Ejektoren oder Strahldüsen für den Transport von Schüttgut als Feststoff verwendet. Hierbei finden die Ejektoren u.a. Verwendung als Zuteiler und Förderer für verschiedene Feststoffe. Es wird eine Mischung von Niederdruck-Transportluft und pulverförmigem Feststoff durch den Ejektor geführt bzw. fließt eine Pulverluft-Suspension durch ein Halsstück in einen Diffusor. Auch hier handelt es sich also nur um die Förderung feinkörniger Feststoffe.

In allen bekannten Fällen fließt also das Feststoff-Fluid-Gemisch durch eine gemeinsame Kammer oder Düse, welche einen zur Umgebung hin abgeschlossenen Raum darstellt, der nur für den Transport umempfindlicher, feinkörniger Stoffe geeignet ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der empfindliche und insbesondere gröbere Feststoff-Produkte von regelmäßiger, aber auch unregelmäßiger Form kontinuierlich in einen Fluid-Feststoff-Kontaktapparat eingeführt werden können. Beispielsweise kann es sich hierbei um empfindliche pharmazeutische Formprodukte mit einer größten Abmessung von etwa 30 mm oder mehr handeln.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist in Anspruch 1 gekennzeichnet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ergibt sich aus Anspruch 3.

Die Erfindung beruht also auf der Anwendung eines Fluid-Freistrahles, der durch einen zur Umgebung offenen, praktisch beliebig großen Raum auf eine gemeinsame Eintrittsöffnung für große Feststoffteile und Kreislauf-Fluid gerichtet wird. Dabei läuft der Feststoff dieser Eintrittsöffnung drucklos unter Schwerkraft zu. Hinter der verhältnismäßig großen Eintrittsöffnung ergibt sich in dem Apparat ein gewisser Überdruck, der durch den Freistrahle erzeugt wird.

Die erfindungsgemäße Anwendung des Fluid-Freistrahles ermöglicht also eine drucklose Zufuhr des Feststoffes dadurch, daß bis zu der Eintrittsöffnung des Apparates kein Überdruck herrscht. Der für die weitere Strömung des Gemisches im Apparat erforderliche Überdruck wird vielmehr erst hinter dessen Eintrittsöffnung erzeugt, indem die kinetische Energie des Fluid-Strahles durch Abbremsung in Druck umgewandelt wird.

Der mit einem gewöhnlichen Förderorgan (Pumpe oder Gebläse) mit dem Kreislauf-Fluid gebildete Freistrahle löst also die beim Stand der Technik bestehenden

Probleme auf folgende Weise: Der Fluid-Freistrahл bewirkt die Einspeisung des Feststoffes in den Apparat. Gleichzeitig bewirkt der Freistrahл die Ansaugung von weiterem Zufuhr-Fluid, wodurch gleichzeitig verhindert wird, daß Umwälz-Fluid durch den Zufuhrkanal nach außen austritt. Es gibt also keine Fluid-Emissionen an der Eintrittsstelle des Apparates. Diese Wirkung hängt damit zusammen, daß der für die Durchströmung des Apparates erforderliche Überdruck erst nach dem Eintritt des Strahles in den großen Apparatequerschnitt durch Abbremsen des Fluid-Strahles entsteht. Dagegen würde ein Überdruck vor dem Apparateintritt eine Emission des Kreislauf-Fluids durch den Zufuhrkanal verursachen.

Die Unteransprüche kennzeichnen vorteilhafte Weiterbildungen und Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der entsprechenden Vorrichtung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch eine herkömmliche Anordnung;

Fig. 2 zeigt schematisch den wesentlichen Teil einer erfindungsgemäßen Anordnung;

Fig. 3 zeigt schematisch den wesentlichen Teil eines anderen Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Anordnung.

Gemäß Fig. 1 wird ein Feststoff-Fluid-Kontaktapparat 1 mittels einer Pumpe oder eines Gebläses 3 mit einer Mischung aus Feststoff und Kreislauf-Fluid gespeist. Dem Förderorgan 3 wird der Feststoff über eine Leitung 5 zugeführt, in die ein Absperrorgan 7 eingefügt ist. Außerdem wird dem Förderorgan 3 Kreislauf-Fluid über eine Leitung 9 zugeführt, die am Austrittsende des Kontaktapparates 1 von der dort beginnenden Leitung 11 für das in dem Apparat 1 behandelte Gemisch abzweigt. Durch eine weitere Leitung 13 wird dem Förderorgan 3 zusätzliches Fluid zugeführt. Das in dem Förderorgan 3 gebildete Gemisch gelangt über eine Leitung 15 zu der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1 und durch die Öffnung 17 in den Kontaktapparat 1. An der Austrittsöffnung 19 des Kontaktapparates muß ein gewisser Druck  $p$  herrschen, um das behandelte Gemisch in die Leitung 11 zu fördern. Da in dem Kontaktapparat 1 ein gewisser Druckabbau stattfindet, muß der Druck unmittelbar hinter der Eintrittsöffnung 17 höher sein; er hat also den Betrag  $p + \Delta p$ . Auf diese Weise wird mittels des Förderorgans 3 das Kreislauf-Fluid durch die Leitung 9 und gegen den zwischen der Eintrittsöffnung 17 und der Austrittsöffnung 19 bestehenden Druckunterschied gefördert.

Wegen der einleitend geschilderten Verhältnisse ist es mit dieser bekannten Anordnung nur möglich, feinkörnige und unempfindliche Feststoffe zu verarbeiten.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung gemäß Fig. 2 und Fig. 3 sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 gekennzeichnet.

Gemäß Fig. 2 wird das Kreislauf-Fluid durch die Leitung 9 einem Förderorgan (Gebläse) 3 zugeführt. Von dort geht es durch eine in axialer Richtung verschiebbare Strahldüse 21, aus der das Kreislauf-Fluid in Form eines Freistrahls 25 vor der Eintrittsöffnung 17 zunächst frei in einen Feststoff-Zufuhrkanal 23 eintritt. Der Feststoff-Zufuhrkanal 23 bildet einen zur Umgebung hin offenen Raum, aus dem der Freistrahл 25 einerseits, soweit nötig, zusätzliches Zufuhr-Fluid ansaugt, und aus dem andererseits der Feststoff mit Hilfe des Freistrahls 25 durch die Eintrittsöffnung 17 in den Kontaktapparat 1 eingetragen wird. Der Querschnitt des Freistrahls 25

ist durch die Strahldüse 21 so bestimmt, daß der Fluidstrahl 25 mit seinem Querschnitt den Querschnitt der Eintrittsöffnung 17 gerade ausfüllt, so daß also vor der Eintrittsöffnung 17 kein Fluidstau entsteht, der zu einer Fluid-Emission durch den Zufuhrkanal 23 hindurch führen könnte. Andererseits wird durch diese Bemessung des Fluid-Freistrahls der Eintrittsquerschnitt optimal ausgenutzt, und es gelangt kein Feststoff unkontrolliert in den Kontaktapparat 1. Der Feststoff wird der Eintrittsöffnung 17 durch den Zufuhrkanal 23 praktisch drucklos, jedoch unter Schwerkrafteinfluß zugeführt.

Die Strahldüse 21 kann, wie durch den Doppelpfeil 27 angedeutet, in Längsrichtung verschiebbar sein, um, ggfs. in Verbindung mit dem Öffnungswinkel des Fluidstrahls 25, den Eintrittsquerschnitt 17 gerade auszufüllen. Hierzu hat die Austrittsöffnung der Düse 21 geometrisch die gleiche Umrißform wie die Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1.

Gemäß Fig. 3 gelangt wiederum das Kreislauf-Fluid aus dem Kontaktapparat 1 über die Leitung 9 zu einem Förderorgan (Gebläse) 3 und von dort durch eine in Längsrichtung nicht verschiebbare Flachdüse 31 in das untere Ende des Feststoff-Zufuhrkanals 23 vor der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1. Am Austrittsende der Düse 31 ist eine schwenkbare Klappe 33 angeordnet, mittels der der Strahlquerschnitt und die Strahlgeschwindigkeit des Fluid-Freistrahls 25 verändert werden können. Außerdem ist an der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1 ein Schieber 35 vorgesehen, durch den der freie Querschnitt der Eintrittsöffnung 17 verändert werden kann.

Durch die beschriebene Anordnung ergeben sich verschiedene einfache und elegante Regelungsmöglichkeiten.

Durch die schwenkbare Klappe 33 kann der Fluid-Freistrahл 25 auf geringeren Massenstrom bei gleichzeitig höherer Strahlgeschwindigkeit gedrosselt werden. Dadurch wird das Förderverhältnis, d.h. der Anteil des pro Masseneinheit des antreibenden Kreislauf-Fluids durch den Zufuhrkanal 23 hindurch angesaugten zusätzlichen Fluids erhöht, solange der Schieber 35 stillsteht und damit den Querschnitt der Eintrittsöffnung 17 unverändert hält. Soll bei kleinerem Kreislauf-Fluid-Treibstrahlstrom dieses Förderverhältnis konstant bleiben, so kann dieses durch den Schieber 35 eingestellt werden, indem der Eintrittsquerschnitt an der Eintrittsöffnung 17 vermindert wird. Mit dem Schieber 35 kann das Förderverhältnis bzw. der angesaugte Strom frischen Fluids natürlich auch bei unverändertem Antriebsstrahl, also bei unveränderter Stellung der Klappe 33, reguliert werden.

Mittels der Klappe 33 und des Schiebers 35 kann also der Feststoff-Fluid-Kontaktprozeß entweder mit Handbedienung oder beispielsweise aufgrund einer Feuchtigkeits- oder Temperatur-Regelung des abgeführten Fluids automatisch wirkungsvoll geregelt werden. Der Fluid-Freistrahл 25 tritt vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von mindestens 25 m/s, insbesondere mit einer Geschwindigkeit von etwa 30 bis 40 m/s, aus der Düse 21 oder 31 in den offenen Raum des Zufuhrkanals 23 aus. Es hat sich herausgestellt, daß bei dieser Strahlgeschwindigkeit die gewünschte Wirkung im allgemeinen günstig erreicht wird.

Die bewegliche Anordnung der Düse 21 oder 31 kann entweder dadurch verwirklicht werden, daß diese Düse in Längsrichtung des Strahls des Kreislauf-Fluids verschiebbar ist (Düse 21), oder dadurch, daß die Düse mit einer veränderbaren Auslaßöffnung (Klappe 33) zur

Veränderung ihres Austrittsquerschnitts versehen ist. Wie die Fig. 2 und 3 zeigen, kann die Strahlaustrittsrichtung der Düsen 21, 31 mit der axialen Mittellinie x der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1 verschiedene Winkel bilden, die im allgemeinen zwischen Null und etwa 45° liegen werden und die vorzugsweise bei etwa 30° liegen. Vorzugsweise ist die Austrittsöffnung der Düse 21, 31 der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1 derart zugeordnet, daß der aus der Düse 21, 31 austretende Fluid-Freistrahlf einen Öffnungswinkel  $\alpha$  zwischen etwa 15° und 90°, vorzugsweise zwischen etwa 30° und 60° aufweist. Dabei bildet die Mittellinie des Fluidstrahls mit der Achse x der Eintrittsöffnung 17 einen Winkel zwischen Null und etwa 45°, vorzugsweise zwischen etwa 15° und 30°. Auf diese Weise ergeben sich für das Eintragen des Feststoffes und ggfs. die Ansaugung von zusätzlichem Fluid mittels des antreibenden Fluid-Freistrahls günstige Verhältnisse.

Wie die Fig. 2 und 3 ferner zeigen, ist die Feststoff-Zufuhrleitung 23 gegenüber der Eintrittsöffnung 17 des Kontaktapparates 1 vorzugsweise geneigt angeordnet, wobei ein Winkel von etwa 45° günstige Verhältnisse ergibt, weil hierdurch einerseits eine drucklose Zufuhr des Feststoffes unter Schwerkrafteinfluß nicht behindert ist, andererseits aber eine problemlose Zuführung des Feststoffes zu der Eintrittsöffnung 17 ohne zu starke Umlenkung möglich ist.

Als ein Anwendungsfall für das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung sei die Trocknung eines pharmazeutischen Produktes genannt, für welches die Kreislaufführung der Trocknungsluft für die anschließende Abluftbehandlung entscheidend wichtig war. Das feste pharmazeutische Produkt konnte wegen Beschädigungsgefahr nicht mit irgendwelchen mechanischen Schleusen eingetragen werden, und die Vermeidung von starken Emissionen der Trocknungsluft mit Lösungsmittelverlusten war nur mit dem erfindungsgemäßen Kreislauf-Luftstrahl-Prinzip durchführbar. Dessen Anwendung ergab einen einfachen und gleichzeitig sicheren Prozeß mit sehr deutlicher Kostenersparnis im Vergleich zu dem Prozeß ohne Kreislauf.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einschleusen von Feststoffen und/oder Fluiden in Fluid-Feststoff-Kontaktapparate mit Förderung des Fluids in einem geschlossenen Kreislauf, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fluidstrahl (25) mittels einer Düse (21, 31) als Freistrahlf durch einen zur Umgebung offenen Raum (23) hindurch so auf eine Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1) gerichtet wird, daß er diese mit seinem Strahlquerschnitt gerade ausfüllt, und daß der Feststoff diesem Raum (23) und der Eintrittsöffnung (17) drucklos unter Schwerkraft zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidstrahl (25) mit einer Geschwindigkeit von mindestens 25 m/s, vorzugsweise etwa 30 bis 40 m/s, aus der Düse (21, 31) in den offenen Raum (23) austritt.
3. Vorrichtung zum Einschleusen von Feststoffen und/oder Fluiden in Fluid-Feststoff-Kontaktapparate nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidstrahldüse (21, 31) beweglich angeordnet ist und daß die Fluidstrahl-Austrittsöffnung der Düse (21, 31) die gleiche geometrische Form hat wie

die Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsrichtung der Düse (21, 31) mit der axialen Mittellinie (x) der Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1) einen Winkel zwischen etwa 0° und etwa 45°, vorzugsweise von etwa 30° bildet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnung der Düse (21, 31) und die Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1) einander derart zugeordnet sind, daß der aus der Düse austretende Fluidstrahl (25) einen Öffnungswinkel zwischen etwa 15° und 90°, vorzugsweise zwischen etwa 30° und 60°, aufweist, dessen Mittellinie mit der Achse (x) der Eintrittsöffnung (17) einen Winkel zwischen 0° und etwa 45°, vorzugsweise zwischen etwa 15° und 30°, bildet.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (21) in Längsrichtung des Strahls verschiebbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (31) als Flachdüse ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (31) eine schwenkbare Klappe (33) zur Veränderung ihres Austrittsquerschnitts aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1) einen Schieber (35) zur Veränderung des Eintrittsquerschnitts aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoff-Zufuhrleitung (23) gegenüber der Eintrittsöffnung (17) des Kontaktapparates (1) geneigt, vorzugsweise unter einem Winkel von etwa 45°, angeordnet ist.

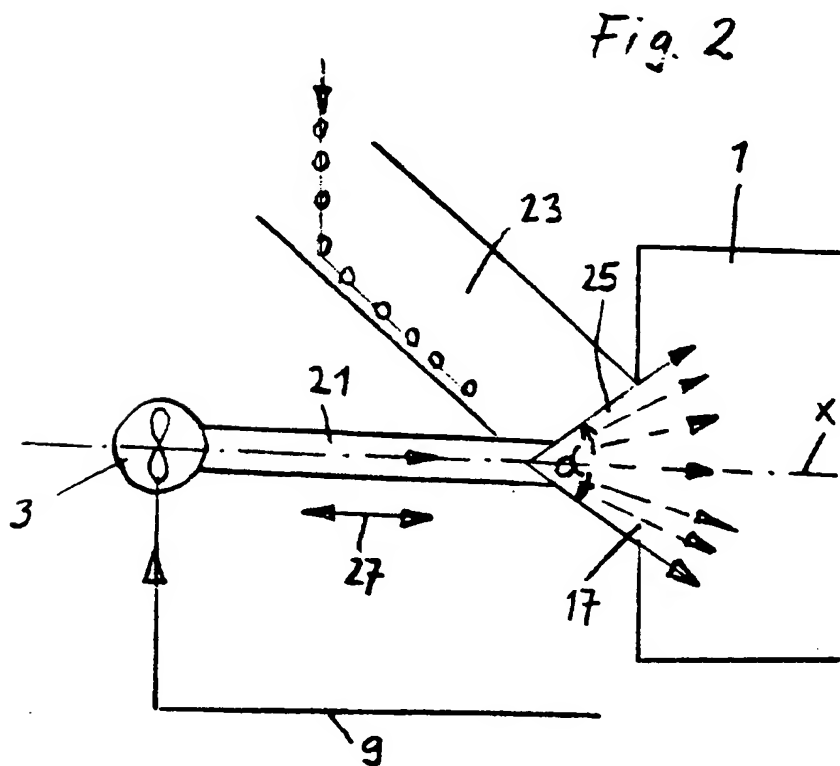
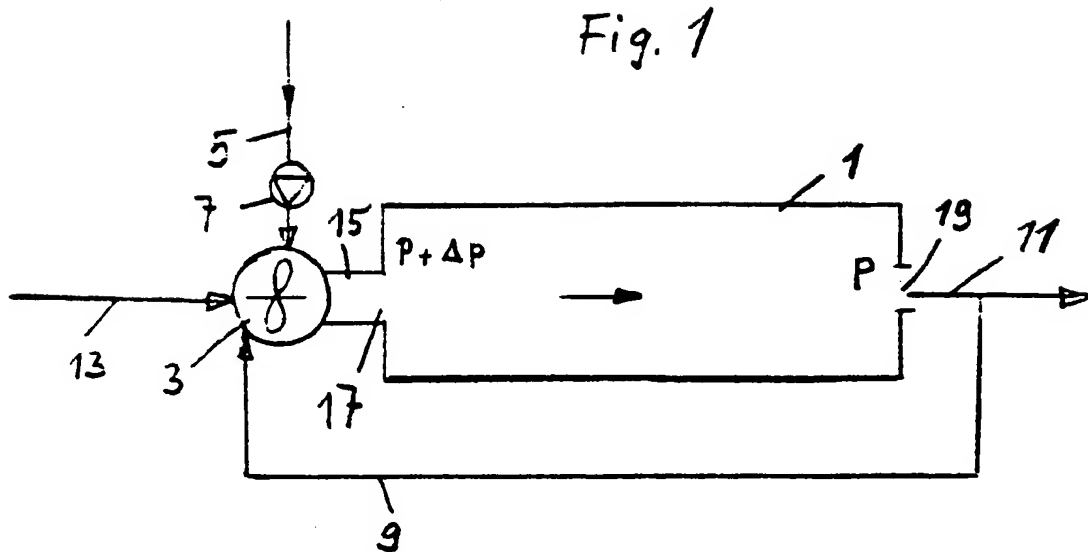
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (21, 31) und/oder der Eintrittsquerschnitt (17) des Kontaktapparates (1) durch Prozeßparameter automatisch steuerbar sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**